

引用例 2 の写し  
(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
C22C 38/00

(11) 공개번호 특2001-0051588  
(43) 공개일자 2001년06월25일

(21) 출원번호	10-2000-0066653
(22) 출원일자	2000년11월10일
(30) 우선권주장	11-326014 1999년11월16일 일본(JP)
(71) 출원인	가부시키가이샤 고베 세이코쇼 구마모토 마사하로 일본 효고현 고베시 주오구 와키노하마초 1초메 3번18고 나가하마무쓰하사
(72) 발명자	일본국효고현고베시나다구니다하마하가시초2반가부시키가이샤고베세이코쇼고 베제철소내 카이소미사토 일본국효고현고베시나다구니다하마하가시초2반가부시키가이샤고베세이코쇼고 베제철소내 오노에요시노리 일본국효고현고베시나다구니다하마하가시초2반가부시키가이샤고베제철소내 모리시게하로 일본국효고현고베시나다구니다하마하가시초2반가부시키가이샤고베세이코쇼고 베제철소내
(74) 대리인	김철수

심사청구 : 있음

(54) 와이어롯드강

요약

냉각드로잉 후의 진직성(眞直性)이 우수한 와이어롯드강은

C : 0.15질량% 이하 (0% 제외)

Si : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

Mn : 0.3-2질량%

P : 0.2질량% 이하 (0% 포함)

S : 0.08-0.5질량% 이하

Al : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

N : 0.01질량% 이하 (0% 제외)

와 기타 잔류 Fe 및 불가파불순물로 이루어지고, 이 와이어롯드강의 페라이트입도는 ISO 643에 의해 No.11 이하로 되도록 한 와이어롯드강 및 그 제조방법.

대표도

도3

명세서

도면의 간단한 설명

제 1 도는 코일형태의 압연강의 내면 및 외면 사이의 차이를 설명하기 위한 설명도이다.

제 2 도는 냉간드로잉 및 진직(眞直)가공(straightening)을 냉간마무리가공된 강봉에 잔류하는 스트레인의 양을 나타내는 설명도이다.

제 3 도는 페라이트입도변화와 진직성(眞直性 : straightness)의 허용비용 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

제 4 도는 강에서의 질소(N)함량과 진직성의 허용비용 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

제 5 도는 강에서의 질소(N)함량과 강에 함유된 고용체 질소(N)와의 관계를 나타내는 그래프이다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

##### 발명분야

본 발명은 와이어로딩강(wire rod steel)에 관한 것이다. 보다 상세히는, 본 발명은 인쇄기(printer) 또는 복사기에 사용되는 여러가지 인쇄기공급로울러나 지폐공급로울러와 같은 지공급로울러(feeding rollers) 또는 지방출로울러(paper ejecting rollers) 등 매우 정밀하고 고속수중에 사용되는 산업기계용 로울러에 사용하기 위한 강재에 관한 것이며, 또한 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 특히 냉간드로잉 후의 진직성(眞直性 : straightness)이 우수한 강재(steel product) 및 그 제조방법에 관한 것이다.

복사기 또는 인쇄기에서 고속인쇄와 복합칼라프린팅은 근년 발전되어 온 바 이에 따라 고정밀도를 가진 지(紙)공급 또는 급지(a high paper feed precision)가 더욱 중요해져 왔다. 이러한 이유로, 산업기계에서 지로울러 또는 출로울러(paper ejection roller)에 대한 고정밀도가 요구되기에 이르렀다.

##### 종래의 기술

상술한 바와 같이 지공급로울러 또는 지방출로울러와 같은 로울러를 제조할 경우에, 냉간드로잉을 위해 와이어형태로 압연된 강(wire-form rolled steel)으로 제조되는 강봉(steel bar)을, 로울러 축부(roller axial part)용 환봉(round bar)을 성형하기 위해 강봉을 소정의 길이로 절단하는데, 이 제조과정에서, 여러가지 기술이 로울러 축부의 지공급정밀도(paper feed precision) 향상을 위해 제안되어 온 바 있다.

상술한 기술로서, 예컨대 일본특허공개공보 JP-A-11-20962호에는 봉(rod)과 지류(paper) 사이에서 잡아주는 능력(grip ability)을 높이기 위해 플라스틱 작업 (plastic working)으로 금속제 환봉의 표면에 스파이크형의 돌기부(spike-form projections)를 형성함으로써 지공급정밀도를 향상시키도록 한 방법이 개시되어 있다.

또한, 일본특허공개공보 JP-A-10-329971호에는 봉(rod)과 지류(paper) 사이에서 잡아주는 능력을 높이기 위해 금속제 환봉의 표면에 연마용 알루미나 입, 실리콘카바이드 입과 같은 입자를 부착시키는 방법으로 지류공급정밀도를 향상시키는 방법도 개시되어 있다.

일본공개특허공보 JP-A-8-301496호에는 또한, 봉과 지류 사이에서 잡아주는 능력을 높이기 위해 부착한 금속제 환봉의 표면을 고무로 덮어 부착시킨 방법도 개시되어 있다.

그러나, 상술한 바와 같이 제안된 방법들에서는 아직도, 환봉의 표면품질만이 거론되었을 뿐, 원재료가 되는 봉의 특성에 대해 조사되거나 연구된 바는 아직껏 없었다. 다시 말해, 지류공급정밀도를 향상시키기 위한 기본적인고도 중요한 특성은 로울러 축부로 사용되는 환봉이 진직성을 갖느냐 하는 것인데, 즉, 냉간드로잉(cold drawing) 후의 봉의 진직성이 높느냐 하는 것인데, 이에 대한 연구는 없었던 것이다.

이러한 관점에서 전술한 종래의 발명들은 실제로는 적용하기 어려웠던 것이다. 그러한 가운데에서, 오직 일본공개특허공보 JP-A-4-168244호에 개시된 바 있는 방법, 즉 기계구조용강에 예컨대 AIN과 같이 질소성분을 고정시키는 방법, 즉, 이를 이용하는 방법으로 고용체질소(solid solution nitrogen)를 감소시키므로써, 진직성을 향상시키는 방법으로서의 가능성을 보여주었다.

##### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

전술한 바와 같은 상황에서, 본 발명이 이루어진 것이다. 즉, 본 발명은 지공급로울러 또는 지방출로울러의 급지 또는 배지정밀도를 높이기 위해 필요한 로울러의 축부의 진직성(예컨대 냉간드로잉 후의 진직성)을 향상시킬 수 있도록 한 것이고, 또한 그러한 강재를 생산하기에 적합한 방법을 제공할 수 있도록 한 것이다.

본 발명상의 열간압연와이어로딩강(hot-rolled wire rod)는 상술한 목적을 달성할 수 있도록 한 것으로, 냉간드로잉 후에도 진직성(straightness)이 매우 우수한 선강(wire rod steel)으로 된 것으로, 그 화학성분 조성은 다음과 같다. 즉, 질량%로,

C : 0.15질량% 이하 (0% 제외)

Si : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

Mn : 0.3-2질량%

P : 0.2질량% 이하 (0% 포함)

S : 0.08-0.5질량% 이하

Al : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

N : 0.01질량% 이하 (0% 제외)

기타 잔류 성분(Fe) 및 불가피불순물로 구성된다.

또한, ISO 643에 의한 와이어로딩강(wire rod steel)의 페라이트입자크기는 11 이하로 되어 있다.

이와 동일한 법칙이 특허청구범위에는 포함되지 않았으나, 출원명세서에 다음에 대응되어 적용된다.

와이어컷드강은 주로 여러가지 폐삭강(free-cutting steels)에 이용되기도 하는 등, 전술한 조성을 기본으로 하여 양호한 기계적 성질을 갖는다.

필요하다면, 본 발명상의 와이어컷드강은 질량%로,

Pb : 0.4질량% 이하 (0% 제외)

Bi : 0.4질량% 이하 (0% 제외)

Te : 0.2질량% 이하 (0% 제외)

Se : 0.3질량% 이하 (0% 제외)

Sn : 0.4질량% 이하 (0% 제외)

In : 0.4% 이하 (0% 제외)

로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 성분으로 구성된다.

본 발명상의 와이어컷드강을 제조할 경우, 가급적, 선재의 열간가공을 800℃ 이상에서 끝내어야 하고, 이어서 선재를 800-600℃의 온도범위내에서 3.0℃/sec 이하의 냉각속도로 냉각시키는 것이 바람직하다. ISO 643은 일본공업규격 JIS G 0552에 완전히 일치되므로, ISO 643에 따른 페라이트입도번호는 JIS G 0552에서의 입도번호와 같이 적용된다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명자들은 냉간드로잉가공 후에 주로 냉간가공마무리된 강봉(cold finished steel bar)의 표면에 남아 있는 잔류스트레스로 인해 와이어컷드강을 냉간드로잉하고 전직성가공을 하더라도 냉간마무리가공된 강봉(cold finished steel bar)에서 굴곡(bend)이 생기는 것으로 생각하였으므로, 그러한 잔류스트레스를 줄이겠다는 관점에서 강재료에 관해 연구하여 왔다.

그 결과, 본 발명자들이 발견하게 된 사실은, 잔류스트레스를 줄이기 위해서는, 강재료의 가공경화비(work hardening ratio)를 작게 하고, 또한 적정치로 페라이트결정의 결정립 크기를 올려 조정하고, 질소성분함량을 줄여주는 것이 효과적이면서 바람직한 것임을 알게 되었다. 본 발명은 이러한 사실에 기초한 것이다.

지금으로부터 또는 지방축로부터의 축(axis)에 사용되는 강재료로서는 코일형으로 감은 선재(wire rod)가 사용된다. 그러므로, 코일형태로 감은 강재의 내면은 강재의 중심부(예컨대 중앙축 부위)에 비해 보다 수축되어 있다. 예를 들어 제 1 도에서와 같이 코일형 와이어컷드의 중심선의 길이를 S라 하고, 이에 따라 내면의 수축된 길이를 e라 하면(즉, 제 1 도에서는 내면의 길이를 S-e로 표시), 그 외면은 길이 e만큼 길게 늘어져 연신된다(즉, 외면의 길이는 S+e). 길이 L로 늘어난 강봉을 얻기 위해 이러한 조건에서는 강재를 늘이고(extended) 냉간드로잉한다거나 소성가공하게 되더라도, 연신(extension)에서 다음의 식(1)으로 나타나는 차이는(즉 2e) 내면과 외면 사이에 기본적으로 나타나게 된다(제 2 도 참조).

$$(S+e+L)-(S-e+L)=2e \dots\dots\dots (1)$$

따라서, 전술한 연신차(extension difference : 2e)로 인해 일어나는 잔류스트레스는 드로잉가공된 강봉 표면에 발생되므로, 이는 냉간드로잉과 이에 이어지는 탄성회복을 위한 소성변형의 대상이 된다. 이러한 이유때문에, 드로잉가공된 강봉에 굴곡(bend)현상이 발생되는 것이다.

이와 같이, 드로잉가공된 강봉을 굴곡의 량이 감소된 냉간마무리가공된 강봉으로 만들어 전직성교정기(straightening machine)에 집어넣는다 하더라도, 이 작업은 강재의 전직성을 향상시키기 위한 근본적인 해결수단이 되지 못한다.

상술한 사실에 비추어, 상기 문제를 해결하기 위하여, 중요한 것은 2e로 인해 발생하는 스트레스를 가급적 작게 하기 위해 소성변형역에서의 스트레스-스트레인곡선(stress-strain curve)의 경사도  $de/d\sigma$ 를 작게 하는 것이 중요한다. 다시 말해, 강봉의 가공경화비(work hardening ratio)를 원수족 작게 하는 것이 필요하다.

본 발명자들은 위의 목적을 위해 먼저, 페라이트결정립을 크게 하고 (즉, 페라이트결정립 크기번호를 작게 함), 두번째로, 가공경화비를 증가시키는 성분원소인 질소성분을 강재료로부터 원수족 많이 제거해주는 것이 중요한 점임을 알게된 것이다.

상술한 견지에서, 본 발명상의 강재는 ISO 643규격에 따라 미세도에 있어 그 페라이트입도번호를 11.0 이하로 하고, N함량을 0.01% 이하로 하는 강재료 한 것이다. 이와 같이 범위를 제한한 이유는 다음과 같다.

즉, 페라이트입도번호를 ISO 643에 따라 No.11.0 이하로 한 이유에 대해 먼저 설명한다.

페라이트입도번호(페라이트의 입도크기)는 가공경화비를 낮추는데 효과적인 계수이다.

페라이트입도크기번호가 No. 11을 넘어가면, 가공경화비는 너무 높아지게 되므로 냉간마무리된 강봉의 굴곡량이 냉간드로잉과 전직성교정을 하더라도 커지게 된다. 연구결과, 페라이트입도번호의 상한치는 가급적 9.8을 넘지않는게 바람직함을 알게 되었다.

제 3 도는 페라이트입도크기번호와 전직성허용(합격)비(acceptance ratio of the straightness) 사이의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 전직성의 허용비는 단위롤 %로 사용하여 나타낸 것으로, 강봉에서 50mm 이하의 굴곡량이 허용가능한 강재라야만 한다. 제 3 도에서 명확히 나타나 있는 바와 같이, 페라이트결정립도번호가 No. 11 이하이면, 허용가능범위(패스율 또는 합격율)는 90%로 되어 있다. 더욱이, 이 입도번호가 9.8 이하가 되면, 허용가능한 비율은 100%까지 얻을 수 있다.

N : 0.01% 이하

본 발명자들은 냉간드로잉과 전직성가공을 해야 할 냉간마무리가공된 강봉의 굴곡량과 이 강봉의 고용체질소(N) 함유량 사이의 관계를 추적조사, 연구한 결과, 냉간마무리가공된 강봉의 굴곡량은 그 속의 고용체질소 함량(solild solution N content)이 많을수록 커지게 됨을 알게 되었다. 이 강에서의 고용체질소 N이 다량 존재하게 되면, 강에서의 가공경화를 증가시키는데, 이에 따라, 코일형으로 감은 선재를 냉간드로잉하더라도 축방향을 따라 강의 표면 각 부위에 서로 다른 잔류스트레스가 많이 발생하게 됨을 추정할 수 있게 된 것이다. 그 결과는 이들 스트레스가 냉간드로잉 후 와이어컷드가 교정되더라도 큰 굴곡은 만들게 되는 것으로 나타났다.

따라서, 냉간마무리가공된 강봉의 굴곡이 발생되어 남게되지 않도록, 강에 함유되는 고용체 N를 가능한 많이 감소시킬 필요가 있다. 이 고용체 N함량은 다음과 같이 측정되었다.

첫째 N함량①을 화학분석방법으로 측정하는 것이다. AIN의 점유율은 AI에 결합되는 N의 퍼센트량②에 의해 얻어지도록 잔류추출법으로 AIN의 함량퍼센트를 분석하는 것이다. 이들 ①-② 사이의 차이가 고용체 사이의 차이가 고용체 N의 함량이 된다. 강에서의 고용체 N함량과 N함량 자체사이의 관계는 실험으로 조사하였다. 그 결과 제 5 도에서와 같이 이들은 서로간에 선비례하는 것임을 알게 되었다. 따라서, 냉간마무리가공되는 강봉을 굴곡없게 하는 조건은 고용체 N함량 대신 강의 N함량으로 정할 수 있음을 알게된 것이다.

상기 잔류추출법(residue-extraction method)으로 AIN의 양을 분석하기 위해, 강을 먼저 10% 아세틸아세톤형 전해질(acetylacetone type electrolyte)에 용한다. 이렇게 해서 된 용액을 잔류물(residue)추출을 위해 0.2 $\mu$ m의 메쉬크기를 가진 필터로 흡수여과시켰다.

이렇게 해서 나온 잔류물은 중화적정(neutralization titration)의 양을 결정하는데 사용하였다. 이러한 관점에서, 본 발명상의 강재에서의 N함량은 0.01질량 % 이하로 설정한 것이다. 이 N함량은 가급적 0.008% 이하로 설정하는 것이 좋다. 이 범위 내로 하면, 본 발명상의 장점이 최대치로 알려질 수 있게 된다.

제 4 도는 전술한 바와 같이 평가된 강에서의 N함량과 전직성의 허용비와의 사이의 관계를 나타낸 그래프이다. 제 4 도로 잘 알 수 있는 바와 같이, 만일 N함량이 0.01% 이하인 경우에는, 허용비가 90% 넘어질 수 있고, 나아가 N함량을 0.008% 이하로 할 수 있을 경우에는 그 허용비를 100%까지 끌어올릴 수 있는 것이다.

본 발명상의 강재는 주로 여러가지 종류의 과석강을 주로 지칭한 것이다. 이러한 강재의 기본원소는 C, Si, Mn, P, S 및 Al으로 그 함유량범위는 다음과 같이 한정하였다. (여기에서 %는 질량%)

C : 0.15% 이하(0% 제외)

C는 강재에 대하여 강도를 부여하므로써 후에 절단할 강재의 표면특성(표면조도)을 향상시키는데 효과적인 성분원소이다. 그러나, C이 과도하게 위 범위보다 함유되면, 너무 단단히 경화되어 결국 공구수명이 짧아진다. 따라서, C함량은 가급적 0.15% 이하가 바람직하다. 특히 이 함량의 하한치는 0.05%가 보다 바람직하다. 이에 따른 상한치는 0.10%로 하는게 좋다.

Si : 0.05% 이하 (0% 포함)

Si함량은 적을수록 좋다. 만일 Si이 과도하게 함유되면, 강재는 페라이트의 고용체강화가 일어날 것이기에 전직성에 역효과가 발생되어 가공경화가 일어난다. Si 함유량이 만일 너무 커지면, 강에서의 산소농도를 제강시 낮추어서 MnS에서의 산소농도를 또한 낮춘다. MnS의 형태는 강의 기계가공성에 역효과를 가져온다. 강의 표면조도는 조대화된다. 이러한 점때문에 Si함량은 0.05% 이하로 가급적 제한하고, 그 중에서도 0.03% 이하, 가장 바람직하게는 0.01% 이하로 제한하는 것이 좋다.

Mn : 0.3-2%

Mn은 강에 강도를 부여하는데 효과적인 원소이다. 만일 Mn함량이 0.3%미만이 되면, FeS가 발생되므로써 액상이 압연작업이 진행됨에 따라 생기게 된다. 따라서, 크랙이 쉽게 발생된다. 이러한 이유때문에, Mn함량은 0.3% 이상으로 설정한다. 그러나 Mn이 합판편성에 기여할 정도로 지나치게 함유되면, 페라이트고용체의 가공경화가 일어나게 되어 전직성에 역효과를 가져오게 된다. 따라서, Mn은 S량에 대응하여 2% 이하로 설정한다. 가능하다면 그 하한치는 가급적 0.5%로 설정하는게 좋으며, 상한치도 가급적 1.5%로 하는게 좋다.

P : 0.2% 이하 (0% 포함)

P는 강의 가공경화비를 높여준다. 따라서, P가 강에 남게 되면, 잔류스트레스가 냉간드로잉과 전직성교정을 해야 할 냉간마무리가공된 강봉의 표면에 쉽게 발생된다. P 또한 강재의 경도를 증가시켜 공구수명을 단축한다. 따라서 P함은 가능하면 적게 함유되어야 한다. 만일 P함량이 0.2% 이하가 되면, 전직성에 실질적인 역효과가 발생되지 않으므로 P는 가급적 0.2% 이하로 설정한다. P함량의 상한치는 바람직하게는 0.1%가 보다 좋다. 이 범위에서는, P는 공구수명에 역효과를 가져오기 어렵기 때문이다.

S : 0.08-0.5%

S는 강에 함유되어 기계가공성을 향상시켜주지만, 0.08% 미만에서는 표면조도가 거칠어진다. 이 S함량은 따라서 가능하다면 0.15% 이상이 바람직하지만, 0.5%를 초과하면 표면결함이 증가되므로, S함량의 상한치를 0.5%로 하되, 더욱 낮추어 0.4%로 하는 것이 실직업상 좋은 것으로 나타나고 있다.

Al : 0.05% 이하 (0% 포함)

알루미늄성분 또한 AIN으로 불들어매주기 위해 첨가한다. 그러나 AIN은 전위(dislocation)의 이동을 방해하는 핀치효과(pinch effects)를 나타내므로, 따라서 냉간드로잉과 전직성교정을 하여야 할 강재의 굴곡량 감소에 역효과를 가져온다. 설사 그 역효과가 정도가 고용체 N의 그것에 비하여 작더라도 그러하다. 이러한 이유로, Al함량은 가급적 0.05% 이하로 한다. 만일 Al함량이 0.05%를 초과할 정도로 과도하면, 가

공경회기 상당량의 AlN의 석출(precipitation)로 더욱 확대된다. 게다가, 강의 산소농도가 제강시, 낮아지게 되므로써 MnS에서의 산소농도 또한 낮아지게 된다. 따라서, MnS의 형태는 강의 기계가공성에 역효과를 가져다주게 되므로써 표면조도 또한 거칠게 된다. 따라서 Si함량은 상한치는 가급적 0.01%, 특히 그중에서도 0.005%로 잡는게 바람직하다.

본 발명상의 강재가 폐식각에 이용될 경우에 기본적인 화학성분조성은 전술한 바와 같이 설정되며, 나머지는 실질적으로 철분(Fe)이 되고, 필요하다면, Pb, Bi, Te, Se, Sn 및 In으로 구성되는 그룹으로부터 하나 이상의 성분을 첨가하는 것도 효과적이다. 이들 원소들은 기계가공성을 향상시켜주기 때문이다. 이들 성분이 첨가되면, 각 성분의 첨가범위와, 그 범위설정이유는 다음과 같다.

**Pb : 0.4% 이하 (0% 제외)**

Pb는 강재의 기계가공성을 향상시키기 위해 첨가한다. Pb함량이 0.4%를 초과하게 되면, 열간가공성이 악화되고 강재의 표면결함이 증가된다. Pb함량의 상한치는 가급적 0.3%로 한다.

**Bi : 0.4% 이하 (0% 제외)**

Bi는 기계가공성 향상에 효과적인 원소이다. Bi가 0.4%를 초과해 함유되면, 열간가공성이 악화되고 강재의 표면결함이 증가된다. Bi상한치는 가급적 0.3%로 하는 것이 바람직하다.

**Te : 0.2% 이하 (0% 제외)**

Te는 S와 결합하여 Mn과의 화합물을 만들게 된다. 다시 말해 Mn(Te, S)을 만들게 되므로써 기계가공성이 향상된다. Te함량이 0.2%를 초과하면, 열간가공성이 악화되므로써 강재의 표면결함이 증가되는 일이 발생되고, 따라서 그 상한치를 가급적 0.15%로 하는게 바람직하다.

**Se : 0.3% 이하 (0% 제외)**

Se은 S와 결합하여 Mn과의 화합물, 즉, Mn(Se, S)화합물을 만들어 기계가공성을 향상시킨다. 만일 Se함량이 0.3%를 초과하면, 고온에서의 경도가 증가되므로써 기계가공성이 나빠진다. Se함량의 상한치는 가급적 0.2%로 하는 게 바람직하다.

**Sn : 0.4% 이하 (0% 제외)**

Sn은 기계가공성을 향상시키는데 효과적인 원소이다. Sn함량이 0.4%를 초과할 정도로 과다하면, 열간가공성이 나빠져서 강재의 표면결함이 증가하게 되어, 가급적 그 상한치를 0.3%로 잡는다.

**In : 0.4% 이하 (0% 제외)**

인듐(In)도 기계가공성을 향상시키는데 효과적인 원소이다. 이 In이 0.4%를 초과하여 첨가되면, 열간가공성의 악화로 표면결함이 증가되므로, 가급적 그 상한치를 0.3%로 잡는게 좋다.

또한, 본 발명상의 강재에는 상술한 화학성분 외에도 Cr, Ni, V, Ti, Nb 등의 원소를 첨가하는게 효과적이다. 이들 원소들은 강의 강도를 향상시켜준다. 이들원소들이 첨가될 경우, 각 원소의량은 전적성과 공구수명의 관점에서 1% 이하로 설정하는게 바람직하다.

본 발명의 강재는 그 성질을 무시할 수 없는 하나 이상의 극미량성분(trace components)을 상기 각 성분 외에도 따로 포함할 수 있다. 극미량성분을 함유한 폐식각 또한 본 발명의 기술적범위에 포함된다. 극미량성분의 예로서는 보르(B)과 산소(O)와 같은 수용가능한 성분과, Cu, Ca, Mg, As 및 회토류성분, 특히 불기피불순물 등과 같은 성분을 들 수 있다.

본 발명에서 규정하고 있는 성분을 구성하는 강재를 제조할 때에는, 800℃ 이상에서 열간가공을 행하고 이어서 800-600℃의 범위내에서 3.0℃/sec의 냉각속도로 유도한다. 이 제조공정에서 각 요구조건을 한정하는 이유를 설명하면 다음과 같다.

열간가공최종온도(열간압연마무리온도)가 800℃ 이하가 되면, 소정의 페라이트입도는 강이 냉각되더라도 얻어질 수 없다. 본 발명의 공정에서는 따라서, 열간가공마무리온도를 800℃ 이상으로 설정할 필요가 있다. 페라이트입도번호를 9.8 이하로 만들어주기 위해서는, 열간가공마무리온도를 850℃ 이상으로 설정하는 것이 바람직하다.

본 발명에서 페라이트입도를 크게 하려면, 800-600℃의 범위내에서 냉각속도 3.0℃/sec 이하로 강을 냉각시킬 필요가 있다. 이 시간에 냉각속도가 3.0℃/sec를 넘게 되면, 페라이트입자크기는 커지지 않게 되고 냉간마무리가공된 강종의 굴곡량은 냉간드로잉과 전적성교정 후에도 크게 되어 버리게 된다. 이러한 이유 때문에, 냉각속도를 3.0℃/sec 이하로 조정하는 것이 필요하다. 페라이트입도번호를 No. 9.8이하로 만들기 위해서는 냉각속도를 1.9℃/sec 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

강이 3.0℃/sec 이하의 냉각속도로 냉각하는 온도범위는 800-600℃이다. 이는  $\gamma/\alpha$ 전이온도 (transformation temperature) 부근의 온도에서 냉각될 때의 냉각속도는 페라이트입자가 조대화하려는 현상에 큰 영향을 미치기 때문이다.

본 발명을 이하의 실시예에 의해 보다 구체적으로 설명한다. 본 발명은 다음의 실시예에만 한정되는 것은 물론 아니다. 본 발명의 기술적 범위에 전술한 본 발명상의 내용과 그 설계변경과 개작, 후술할 내용과 그 설계변경과 개작 등이 포함되기 때문이다.

#### 실시예

각 폐식각은 표 1, 2에 나타나 있는 화학성분조성으로 제조되고, 이들 강은 압연되고 표 3 및 표 4에 나타나 있는 열간압연마무리온도로 압연가공된 후, 800-600℃의 온도범위에서 여러가지 냉각속도로 냉각하여 9.5mm경을 가진 시편강재로 제조하였다.

표 1

시험기호	화학성분조성							
	C	S	Mn	P	S	Al	N	기 타
A1	0.07	0.001	1.15	0.08	0.30	0.001	0.0028	-
A2	0.07	0.001	1.23	0.08	0.29	0.001	0.0057	-
A3	0.08	0.001	1.16	0.08	0.30	0.001	0.0078	-
A4	0.08	0.001	1.17	0.08	0.31	0.001	0.0398	-
A5	0.07	0.001	1.17	0.08	0.30	0.001	0.0125	-
A6	0.08	0.001	1.22	0.08	0.30	0.001	0.0151	-
A7	0.07	0.001	1.24	0.07	0.33	0.001	0.0211	-
B1	0.09	0.001	1.19	0.08	0.29	0.001	0.0049	-
B2	0.07	0.001	1.16	0.08	0.31	0.001	0.0053	-
B3	0.08	0.001	1.23	0.08	0.31	0.001	0.0051	-
B4	0.07	0.001	1.20	0.08	0.29	0.001	0.0035	-
B5	0.07	0.001	1.22	0.08	0.30	0.001	0.0057	-
B6	0.07	0.001	1.20	0.08	0.30	0.001	0.0062	-
B7	0.07	0.001	1.22	0.08	0.31	0.001	0.0061	-
B8	0.07	0.001	1.21	0.08	0.31	0.001	0.0049	-
B9	0.07	0.001	1.23	0.08	0.32	0.001	0.0053	-
B10	0.08	0.001	1.19	0.08	0.30	0.001	0.0055	-
B11	0.07	0.001	1.20	0.08	0.33	0.001	0.0064	-
B12	0.07	0.001	1.21	0.08	0.32	0.001	0.0048	-
B13	0.07	0.001	1.21	0.08	0.31	0.001	0.0050	-
B14	0.07	0.001	1.22	0.08	0.31	0.001	0.0052	-
B15	0.07	0.001	1.23	0.08	0.32	0.001	0.0053	-
B16	0.08	0.001	1.19	0.08	0.31	0.001	0.0054	-
B17	0.07	0.001	1.21	0.08	0.32	0.001	0.0052	-
B18	0.08	0.001	1.21	0.08	0.32	0.001	0.0052	-
B19	0.08	0.001	1.20	0.08	0.29	0.001	0.0048	-
B20	0.07	0.001	1.19	0.08	0.30	0.001	0.0049	-
B21	0.07	0.001	1.19	0.08	0.29	0.001	0.0053	-
C1	0.07	0.012	1.22	0.08	0.31	0.001	0.0052	-
C2	0.07	0.031	1.19	0.08	0.29	0.001	0.0049	-
C3	0.08	0.059	1.19	0.08	0.33	0.001	0.0050	-
C4	0.07	0.070	1.18	0.08	0.32	0.001	0.0048	-
D1	0.07	0.001	0.18	0.08	0.08	0.001	0.0051	-
D2	0.07	0.001	0.33	0.08	0.08	0.001	0.0053	-
D3	0.08	0.001	1.18	0.08	0.28	0.001	0.0045	-
D4	0.07	0.001	1.97	0.08	0.47	0.001	0.0052	-
D5	0.07	0.001	2.33	0.08	0.58	0.001	0.0050	-

표 2

시편기호	화합성분조성							
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti 및
E1	0.08	0.001	1.16	0.01	0.30	0.001	0.0049	-
E2	0.08	0.001	1.18	0.13	0.31	0.001	0.0048	-
E3	0.07	0.001	1.22	0.28	0.31	0.001	0.0052	-
F1	0.07	0.001	1.23	0.08	0.33	0.032	0.0052	-
F2	0.07	0.001	1.22	0.08	0.33	0.049	0.0051	-
F3	0.07	0.001	1.23	0.08	0.31	0.072	0.0054	-
G1	0.07	0.001	1.19	0.08	0.30	0.001	0.0049	Pb:0.05
G2	0.08	0.001	1.17	0.08	0.32	0.001	0.0052	Pb:0.12
G3	0.08	0.001	1.18	0.08	0.31	0.001	0.0054	Pb:0.18
G4	0.07	0.001	1.13	0.08	0.30	0.001	0.0053	Pb:0.26
G5	0.07	0.001	1.12	0.08	0.32	0.001	0.0050	Pb:0.35
G6	0.07	0.001	1.10	0.08	0.31	0.001	0.0129	Pb:0.28
G7	0.07	0.001	1.11	0.08	0.33	0.001	0.0054	Pb:0.25
H1	0.07	0.001	1.23	0.08	0.31	0.001	0.0051	Bi:0.005
H2	0.08	0.001	1.21	0.08	0.31	0.001	0.0052	Bi:0.04
H3	0.07	0.001	1.19	0.08	0.32	0.001	0.0049	Bi:0.11
H4	0.07	0.001	1.23	0.08	0.31	0.001	0.0051	Bi:0.17
H5	0.08	0.001	1.22	0.08	0.33	0.001	0.0159	Bi:0.08
H8	0.07	0.001	1.24	0.08	0.32	0.001	0.0047	Bi:0.07
J1	0.08	0.001	1.12	0.08	0.33	0.001	0.0048	Pb:0.18, Bi:0.03, Sn:0.01
J2	0.07	0.001	1.13	0.08	0.31	0.001	0.0177	Pb:0.17, Bi:0.03, Sn:0.02
J3	0.07	0.001	1.13	0.08	0.30	0.001	0.0049	Pb:0.18, Bi:0.04, Sn:0.01
J4	0.07	0.001	1.12	0.08	0.28	0.001	0.0052	In:0.25
J5	0.07	0.001	1.15	0.08	0.29	0.001	0.0047	In:0.12
J6	0.08	0.001	1.13	0.08	0.27	0.001	0.0049	In:0.02
J7	0.08	0.001	1.13	0.08	0.27	0.001	0.0182	In:0.05
J8	0.07	0.001	1.12	0.08	0.28	0.001	0.0047	In:0.04
J9	0.08	0.001	1.11	0.08	0.29	0.001	0.0048	Te:0.10, Se:0.15
J10	0.08	0.001	1.12	0.08	0.28	0.001	0.0051	Te:0.12, Se:0.13
J11	0.08	0.001	1.13	0.08	0.08	0.001	0.0050	Te:0.02, Se:0.04
J12	0.08	0.001	1.14	0.08	0.28	0.001	0.0189	Te:0.03, Se:0.02
J13	0.08	0.001	1.13	0.08	0.28	0.001	0.0052	Te:0.03, Se:0.02
J14	0.07	0.001	1.12	0.08	0.28	0.001	0.0042	Sn:0.35
J15	0.08	0.001	1.14	0.08	0.27	0.001	0.0048	Sn:0.21
J16	0.07	0.001	1.13	0.08	0.28	0.001	0.0050	Sn:0.10
J17	0.07	0.001	1.14	0.08	0.29	0.001	0.0044	Sn:0.02
J18	0.08	0.001	1.13	0.08	0.33	0.001	0.0045	Pb:0.18, Bi:0.03
K1	0.08	0.001	1.25	0.08	0.32	0.001	0.0054	Bi:0.03, Cr:0.2
K2	0.07	0.001	1.24	0.08	0.31	0.001	0.0056	Bi:0.12, Ni:0.1
K3	0.07	0.001	1.25	0.08	0.32	0.001	0.0073	Bi:0.07, Ti:0.02
K4	0.07	0.001	1.23	0.08	0.32	0.001	0.0082	Bi:0.09, Nb:0.02
K5	0.08	0.001	1.22	0.08	0.31	0.001	0.0049	Bi:0.01, V:0.04

위 성분조성으로 제조되어 나온 시편으로 페라이트입도변화와 잔적성을 조사하였다. 그 결과 얻어진 페라이트입도는 다음과 같았다. 즉, 각 시편으로부터 임의로 선정된 10점(point)을 가진 횡단면에 관하여 표면으로부터 중앙부로의 방향으로 직경의 1/4되는 깊이를 가진 이들의 지점(site)의 미립번호(fineness number)를 ISO 643에 의거 측정한 결과, 평균치가 얻어졌다.

강의 시편의 잔적성은 전술한 수용비를 기초로 평가하고, 이는 다음 방법으로 계산하였다. 먼저, 직경 8.0mm의 냉간마우리가공된 강봉을 직경 9.5mm의 각 시편으로부터 제조하였다. 이 때 와이어드로잉 후에 2개의 로울교정기를 이용하여 잔적성교정을 행하였다. 다음, 냉간마우리가공한 강봉을 500mm의 길이로 절단하였다. 그런 후에 이 절단된 강봉을 400mm 폭을 가진 V블록(V block) 상에 놓고, 다음 이 강봉이 압연가능한 쪽 방향으로 회전되도록 하였다. 이 강봉이 회전되는 동안, 냉간마우리가공된 강봉의 변위를 폭의 중심부에 정렬된 변위측정레이저장치라는 수단으로 측정하였다. 냉간마우리가공된 강봉이 그와 같은 시간에 굴곡되면, 강봉이 회전되는 동안 상술한 중앙부에서 변위(displacement)가 발생된다. 따라서, 변위측정레

이저장치로 검출된 값은 일정하게 되지 않는다. 따라서, 냉간으로 마무리가공된 강봉의 여러가지 회전동안 검출된 값의 최소치는 최대치로부터 뺀다. 그 결과 나오는 값은 냉간마무리가공된 강봉의 변위로 한정된다. 본 발명에서, 이 변위는 굴곡량(bend quantity)으로 정의된다. 100개의 시편을 냉간마무리가공된 강봉의 각각으로부터 임의로 선정하여 측정하였다. 이 시편은 50mm 이하의 굴곡량을 가진 것으로 허용 가능한 합격제품으로 평가되었다. 이 허용제품의 점유율퍼센타를 계산하였다. 그 결과로 나온 강재의 표면조건과 냉간마무리된 강봉의 기계가공성을 다음과 같이 평가하였고, 이 평가결과를 표 3, 표 4에 모아 나타내었다.

(강재의 표면조건)

표면결함을 가지지 않은 시편은 0표. 하나 이상의 결함을 가진 시편은 ×표로 하였다.

(냉간마무리가공한 강봉의 기계가공성)

이 강봉을 다음의 절단시험(전회)조건하에 절단하고, 다음 그 결과로 생긴 마무리표면의 조도를 평가하였다. (양호 0, 불량 ×)

공구(tool) : 접합된 카바이드(cemented carbide)(WC-Co)

절단속도 : 150m/min.

공급 : 0.05mm/회전

-notch(notch) : 2.0mm



표 3

시험기호	평균압전파워 손도 (C)	냉각속도 (C/min)	제파이크립도 전호 (No.)	전리성 비율비	압전강 표현조건	기계가동성	비고
A1	853	2.8	10.2	97	○	○	실시예
A2	848	2.8	10.1	97	○	○	실시예
A3	847	2.7	10.2	95	○	○	실시예
A4	854	2.8	10.1	92	○	○	실시예
A5	850	2.7	10.1	74	○	○	비교예
A6	851	2.7	10.1	63	○	○	비교예
A7	848	2.6	10.1	53	○	○	비교예
B1	718	2.0	12.4	63	○	○	비교예
B2	775	2.6	11.5	73	○	○	비교예
B3	851	1.4	9.4	99	○	○	실시예
B4	881	1.6	9.2	100	○	○	실시예
B5	853	0.8	8.3	99	○	○	실시예
B6	823	1.8	7.6	88	○	○	실시예
B7	827	1.5	10.3	97	○	○	실시예
B8	804	1.7	10.7	94	○	○	실시예
B9	736	2.2	12.1	57	○	○	비교예
B10	709	1.5	12.3	55	○	○	비교예
B11	802	3.8	11.7	65	○	○	비교예
B12	882	1.9	9.7	100	○	○	실시예
B13	883	1.8	8.9	99	○	○	실시예
B14	907	2.9	8.6	100	○	○	실시예
B15	938	2.9	7.9	98	○	○	실시예
B16	743	1.2	11.2	79	○	○	비교예
B17	809	4.0	11.8	83	○	○	비교예
B18	855	1.0	8.2	89	○	○	실시예
B19	801	3.1	11.2	77	○	○	비교예
B20	805	3.5	11.3	81	○	○	비교예
B21	815	3.0	10.9	91	○	○	실시예
C1	855	2.8	10.0	96	○	○	실시예
C2	843	2.2	10.1	97	○	○	실시예
C3	849	2.3	10.1	94	○	○	실시예
C4	820	1.2	10.0	91	○	○	실시예
D1	805	1.1	9.9	99	○	○	실시예
D2	863	2.4	9.8	98	○	○	실시예
D3	825	1.4	10.1	98	○	○	실시예
D4	830	1.8	10.1	94	○	○	실시예
D5	815	1.3	10.2	93	○	○	실시예

표 4

시편기호	평균입열아무리 온도(℃)	냉각속도 (℃/sec)	페라이트입도 번호(No.)	전직성 허용비	입열강 표면조건	기계가공성	비고
E1	823	1.4	10.1	98	○	○	실시예
E2	818	1.3	10.2	95	○	○	실시예
E3	821	1.2	10.0	92	○	×	비교예
F1	833	1.6	10.1	96	○	○	실시예
F2	838	2.0	10.0	98	○	×	비교예
F3	832	2.2	10.2	93	○	○	실시예
G1	866	1.5	9.2	100	○	○	실시예
G2	867	1.7	9.3	100	○	○	실시예
G3	866	1.8	9.4	100	○	○	실시예
G4	874	1.9	9.3	98	○	○	실시예
G5	847	1.2	8.4	97	○	○	실시예
G6	850	1.4	9.5	70	○	○	비교예
G7	728	2.8	12.3	56	○	○	비교예
H1	864	1.4	9.2	100	○	○	실시예
H2	870	1.8	9.1	100	○	○	실시예
H3	851	1.5	9.5	99	○	○	실시예
H4	855	1.5	9.4	100	○	○	실시예
H5	858	1.7	9.4	89	○	○	비교예
H6	720	2.4	12.4	51	○	○	비교예
J1	854	1.0	8.5	99	○	○	실시예
J2	876	1.2	8.4	55	○	○	비교예
J3	728	2.5	12.4	52	○	○	비교예
J4	847	2.2	10.0	98	○	○	실시예
J5	844	2.6	10.2	97	○	○	실시예
J6	839	1.5	9.7	99	○	○	실시예
J7	830	1.3	9.7	52	○	○	비교예
J8	742	2.6	12.3	50	○	○	비교예
J9	849	1.8	8.5	100	○	○	실시예
J10	847	2.2	10.1	97	○	○	실시예
J11	855	1.9	9.8	99	○	○	실시예
J12	863	2.2	9.7	58	○	○	비교예
J13	717	1.5	12.4	54	○	○	비교예
J14	830	0.9	8.8	100	○	○	실시예
J15	839	1.8	10.0	93	○	○	실시예
J16	821	1.4	10.3	96	○	○	실시예
J17	834	1.9	9.7	99	○	○	실시예
J18	865	1.7	9.4	100	○	○	실시예
K1	838	2.1	10.2	97	○	○	실시예
K2	822	1.8	10.4	98	○	○	실시예
K3	855	1.4	9.4	100	○	○	실시예
K4	853	1.5	9.5	100	○	○	실시예
K5	854	1.6	9.5	100	○	○	실시예

이 결과로부터, 다음 사항을 이해할 수 있다. 시편 A1-A6은 N함량이 가변된 시편이었다. 이 시편 A1-A40에서, N함량은 본 발명에 한정된 범위 내에 있었다. 전직성의 허용비(합격율)은 92% 이상이었다. 그 반면, 시편 A5에서는, N함량이 본 발명(N : 0.0125%)에 규정된 범위를 넘었고, 이에 따른 굴곡량은 가공경화로 커졌다. 이에 따른 전직성허용비는 74%였다. 또한 시편 A6(N : 0.0151%)의 경우에도 그 전직성의 허용비는 63% 정도로 작았다.

시편 B1-B21은 페라이트입도가 가변된 시편이었다. 시편 B1에 관하여 본다면, 그 페라이트입도번호는 본 발명에 규정된 값을 훨씬 초과하였고, 전직성허용비도 53% 정도로 작았다. 이는 마립번호가 너무 작아서 가공경화가 증가하였기 때문일 것이었다. 시편 B2, B9-B11, B16, B17, B19 및 B20에서, 그 페라이트입도번호는 본 발명에 규정된 값을 초과하였고, 이에 따라 이들의 전직성허용비는 90%미만이었다.

그 반면, 시편 B3-B8, B12-B15, B18, B21에서는 이들의 페라이트입도번호가 No. 11 이하였으며 전직성허용비는 90% 이상이었다. 특히 시편 B3-B8, B12-B15에서는, 이들의 페라이트입도번호가 No. 9.8 이하였으며,

이에 따라 이들의 진직성허용비는 약 100%에 가까웠다.

시편 C1-C4은 Si함량이 가변된 시편이었다. Si은 페라이트의 고용체강화를 일으킨다. 따라서, 시편 C3, C4와 같이 Si함량 0.05%를 초과한 것으로 본 발명상의 상한치를 넘은 시편에서는, 이들의 MnS형(MnS form)으로 표면조도가 거칠어 기계가공성이 불량하였다. 즉, 기계가공성이 떨어진 것이다. 페라이트로의 고용체강화가 발생됨으로써 나타나게 된 그 진직성의 허용비는 이들 시편(C3 및 C4 : 각각 94%, 91%)에서는 어느 정도 낮은 값을 보였다.

시편 01-05는 그 안의 Mn함량이 가변된 시편이었다.

시편 02, 03, 05에서는 Mn함량이 본 발명상의 범위내였고, 이들 시편의 진직성허용비는 90% 이상이었다. 그러나, 시편 05에서는, 그 Mn함량이 본 발명상의 상한치를 넘었고 MnS석출이 다량 검출되었다. 이에 따라 강재의 표면에 상당량의 결함이 발생되었다. 시편 01에서는, Mn함량이 본 발명상의 하한치를 밑돌았고, 그 진직성허용비는 99%였다. 그러나, 표면결함이 양면시 발생된 액상 FeS로 인해 다량 발생하였다.

시편 E1-E3는 그 강내의 P함량이 변경된 시편이었다. 시편 E3에서는, P함량이 본 발명상의 바람직한 상한치를 초과하였고, 그 표면조도는 경도상승에 기인한 강의 수명단축으로 악화되었다. 페라이트로의 용체가 공경화도 발생되므로써 진직성허용비는 92%로 다소 낮았다.

시편 F1-F3도 Si함량이 변한 시편이었다. 시편 F3에서는, Si함량이 본 발명상의 바람직한 상한치를 넘었고, MnS의 형태는 산소농도의 하락으로 기계가공성에 문제를 일으켰다. 그 결과 표면조도 또한 거칠었다. 가공경화로 다량의 AlN입자가 석출되기에 이르고, 이에 따라 진직성의 허용비는 93%로 다소 낮았다.

시편 G1-G7은 Pb의 첨가에 따른 효과를 조사한 시편이다. 이 시편중 G1-G5에서, Pb함량은 0.4% 이하였고, 이는 본 발명상의 상한치였으며, 그 진직성의 허용비는 97% 이상이었다. 그러나, 시편 G6에서는, N함량(0.0129%)가 0.01%를 넘었고, 이는 본 발명의 상한치에 해당되었으며, 진직성허용비는 70%로 낮았다. 시편 G7에서는, 페라이트결정미립번호(No. 12.3)가 No. 11을 넘었고, 이는 본 발명의 상한치에 해당되었으며, 그 진직성허용비는 56%로 매우 작았다.

시편 H1-H6는 Bi함량이 가변된 시편이었다. 이 시편 H1-H4에서, Bi함량은 0.4%를 넘지 않았다. 이는 본 발명상의 바람직한 상한치였고, 진직성의 허용비도 99%를 넘었다. 그러나, 시편 H5에서는, N함량(0.0159%)이 0.01%를 넘었으며, 이는 본 발명상의 상한치였다. 또한 그 진직성허용비는 59%였다. 시편 H6에서 페라이트 결정의 입도번호(No. 1, 2, 4)는 No. 11을 초과하였는데, 이는 본 발명상의 상한치였으며, 그 진직성허용비는 51% 정도로 작았다.

시편 J1-J18은 하나 이상의 패삭원소(Pb, Bi, Te, Se, Sn 및 In)가 첨가된 시편이었다. 이 시편 J1, J4, J5, J6, J9, J10, J11 및 J14-J18에서는, 하나 이상의 이들 원소가 본 발명상의 범위내에서의 함량으로 함유되어 있었고, 이들의 진직성허용비도 90% 이상이었다. 그러나, 시편 J2(N : 0.0177%), J7(N : 0.0182%), J12 (N : 0.0189%)에서는, N함량이 0.01%를 넘었으며, 이는 본 발명의 상한치였는 바, 그 진직성허용비는 각각 55%, 52%, 58%일 정도로 낮았는데, 이는 고용체 N의 존재에 따른 가공경화율의 증가때문이었다. 시편 J3(페라이트입도번호 No. 12.4), J8(페라이트입도번호 No. 12.3), J13(페라이트입도번호 No. 12.4)에서는 페라이트입도번호가 모두 No. 11을 넘었고, 이는 본 발명상의 상한치에 해당되는 것이었다. 이들의 진직성허용비도 각각 52%, 50%, 54% 정도로서 낮은 값을 나타내었다.

시편 K1-K5는 하나 이상의 원소, 예컨대 Cr, Ni, Ti, Nb 및 V과 같은 원소가 하나 이상 함유된 시편이었다. 이들의 진직성허용범위는 96% 이상으로써 높은 값을 나타내었다.

#### 발명의 효과

본 발명은 이상과 같이 구성되어 있어, 금지, 배지로울러에서 문제가 되고 있는 높은 지공금정밀도를 달성하기 위해 필요한 로울러 축부의 진직성(냉간드로잉가공 후의 진직성)을 개선할 수 있는 강재를 얻을 수 있게 된다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

냉간드로잉가공 후의 진직성(眞直性)이 우수한 와이어로딩강에 있어서,

C : 0.15질량(mass)% 이하 (0% 제외)

Si : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

Mn : 0.3-2질량%

P : 0.02질량% 이하 (0% 포함)

S : 0.08-0.5질량% 이하

Al : 0.05질량% 이하 (0% 포함)

N : 0.01질량% 이하 (0% 제외)

와 기타 잔류 Fe 및 불가피불순물로 이루어지는, 페라이트결정립도가 ISO 643에 의한 입도번호로 11 이하인 와이어로딩강(wire rod steel).

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 와이어롯드강은 또한,

Pb : 0.4%질량 이하 (0% 제외)

Bi : 0.4%질량 이하 (0% 제외)

Te : 0.2%질량 이하 (0% 제외)

Se : 0.3%질량 이하 (0% 제외)

Sn : 0.4%질량 이하 (0% 제외)

In : 0.4%질량 이하 (0% 제외)

로 이루어지는 그룹으로부터 하나 이상의 성분이 선택되어 함유되는 와이어롯드강.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 N함량은 0.006%질량 이하인 와이어롯드강.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 페라이트입도번호는 ISO 643에 의해, 9.8 이하인 와이어롯드강.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

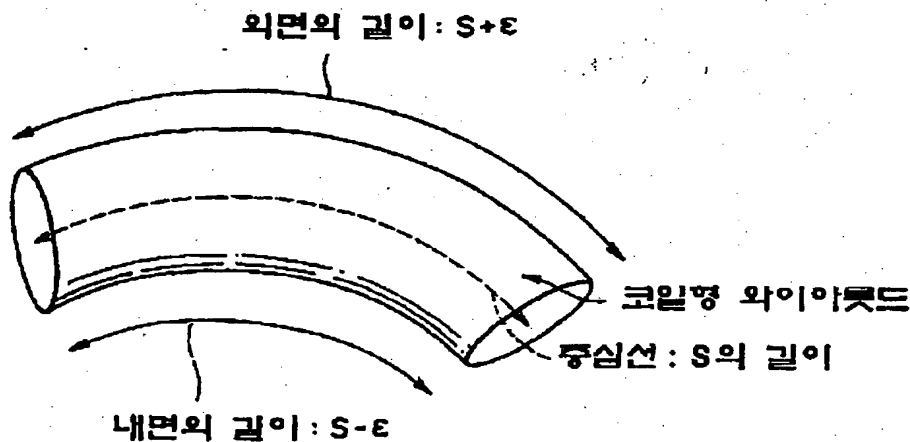
상기 Si함량은 0.03%질량 이하인 와이어롯드강.

청구항 6

상기 제 1 항 또는 제 2 항에 따른 와이어롯드강을 제조하기 위해, 와이어롯드강의 열간가공은 800℃ 이상에서 종료되게 하며, 이어서 온도 800-600℃ 범위내에서 3.0℃/sec 이하의 냉각속도로 냉각시키도록 한 와이어롯드강의 제조방법(A process for producing the wire rod steel).

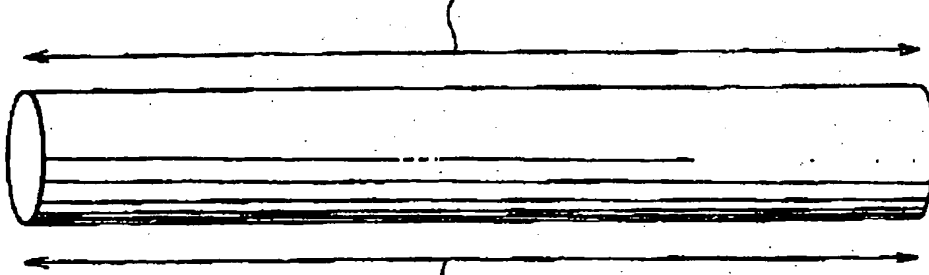
도면

도면1



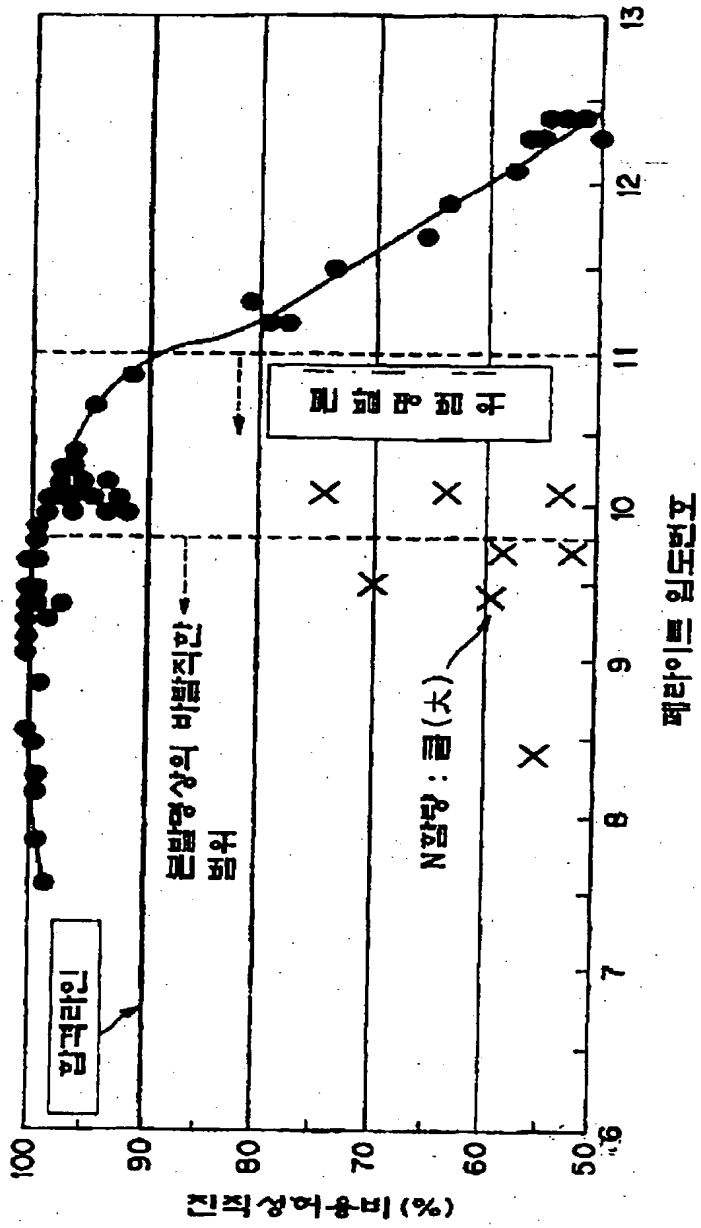
도면2

외면의 길이:  $S + \epsilon + L$

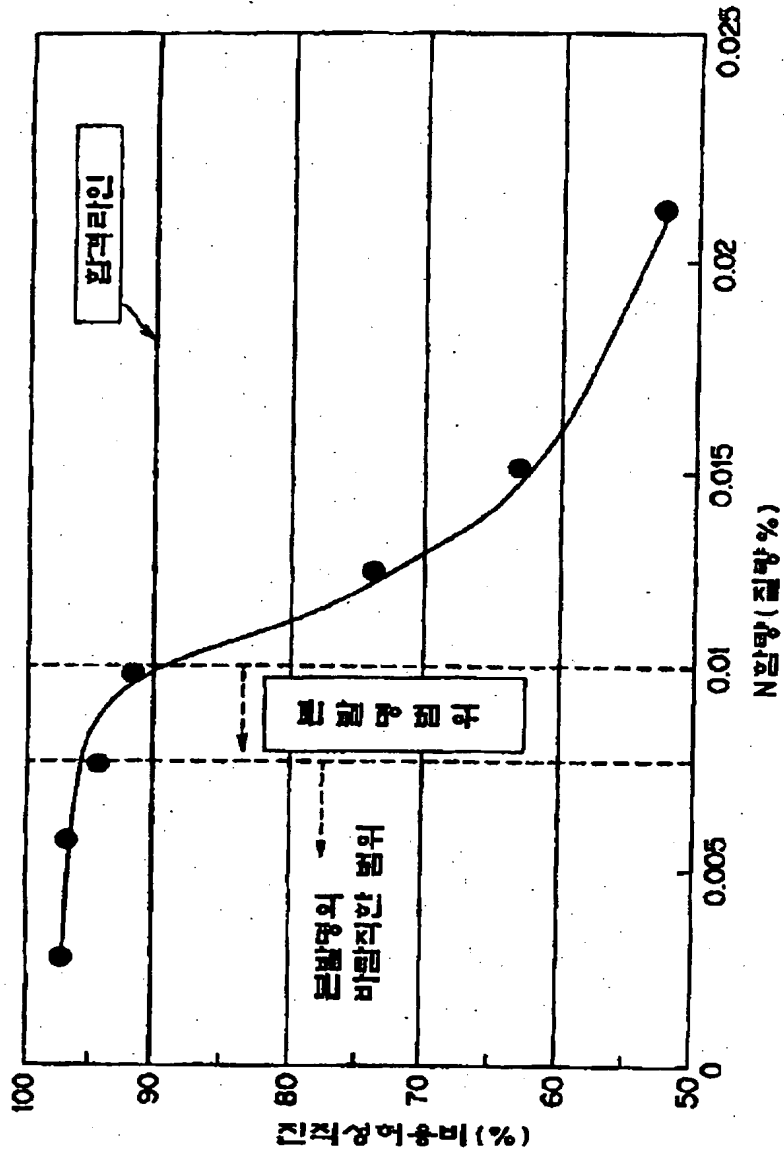


내면의 길이:  $S - \epsilon + L$

도면3



도면4



도면5

